

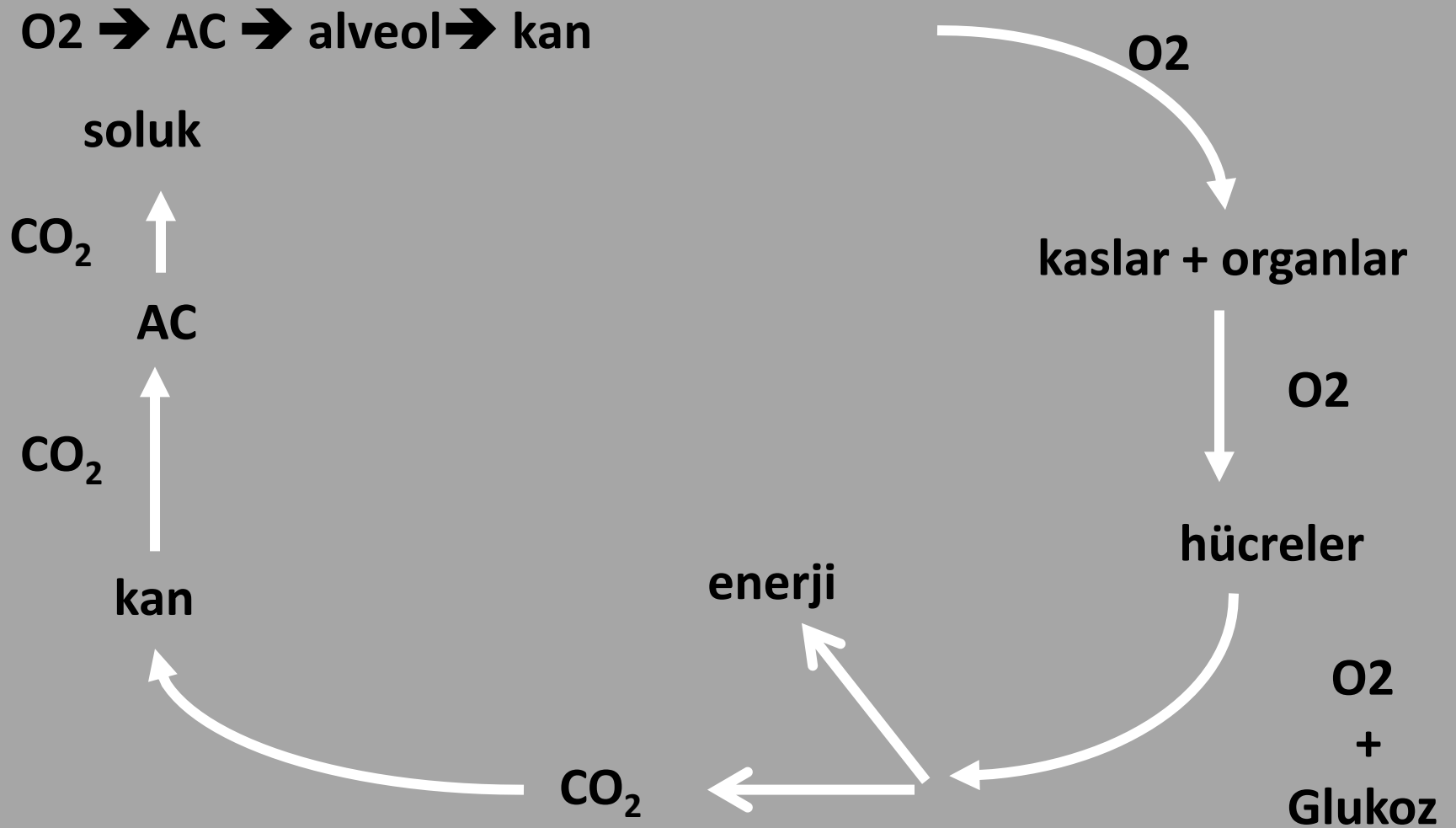


Mekanik Ventilasyon Yuvarlak Masa Toplantısı

Noninvazif kapnografi monitörizasyonu

Dr.Tuğhan Utku
İ.Ü.Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı
Yoğun Bakım Bilim Dalı

Fizyoloji

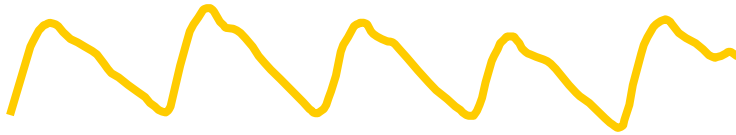


Pulse oksimetri vs Kapnografi

- **Pulse oksimetri**
 - Kalpten çıkan O₂
- **Kapnografi**
 - Periferden dönen O₂
- **FARKLI KONSEPT ALGISI**

Oksijenlenme (Pulse Ox)

- Metabolizma için O_2
- SpO_2 RBC deki % O_2 ölçer
- 5 dak içinde oksijenlenmedeki değişimi gösterir



Ventilasyon (Kapnografi)

- Metabolizmadan CO_2
- $EtCO_2$ çıkış noktasında atılan CO_2 ölçer
- 10 saniye içinde solumadaki değişimi gösterir



- Ventilasyonun bozulması SIK
- DSS ile klinik ilişkilendirme ?!
- Sorunlu solunumsal olaylarda **ERKEN UYARI SİSTEMİ**
- Puls Ox/EKG **GEÇ UYARI SİSTEMİ**

Kapnografi- Kapnometri

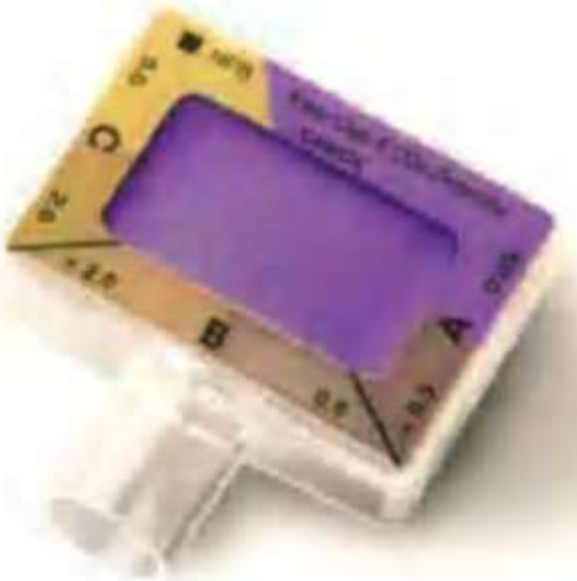
- Kapnografi- solunum gazındaki CO₂ değerinin devamlı analizi ve kaydının alınması
- Kapnometri- Dalgalar olmadan gazların analiz edilmesi

yöntem

- Semi-kantitatif kapnometri
- Kantitatif kapnometri
- Dalgalı (waveform) kapnografi

Semikantitatif yöntem

- pH değişimi
- kaęıttaki renk değişimi
 - Mor – Kahverengi – Sarı



Kantitatif yöntem

- IR ışığın absorpsiyonu
- Cihaz seçimi
 - “Warm up” zamanı
 - Maliyet
 - Ulaşabilirlik



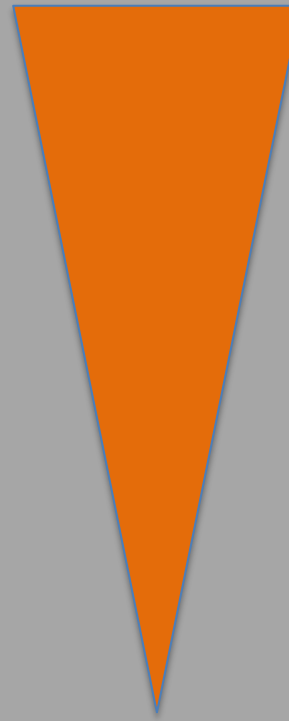
Dalgalı Kapnometri



Kalorimetri

Kapnometri

Kapnografi



“side-stream”

- En sık tip
- Örnekleme havası, ana solunum akımı üzerinden bir yan çıkış aracılığı ile dar bir tüpden örnek küvetine alınır
- 50-500 mL/dak

Avantaj

- ◆ Bağlaması kolay
- ◆ Sterilizasyon sorunu yok
- ◆ Uyanık hastada kullanılabilir
- ◆ Pozisyona bağlı sorun yaşanmaz (pron)
- ◆ Nazal kanül aracılığı ile O₂ verilerek de spontan solunumda kullanılabilir

Dezavantaj

- ◆ ET- üniteye kadar gazın hareketi nedeniyle kayıta gecikme
- ◆ Örnekleme tüpünde tıkanma
- ◆ Su buhar basıncı CO₂ konsantrasyonunu etkileyebilir
- ◆ Basınç örnekleme tüpü boyunca azalacağından CO₂ ölçümü etkilenebilir

“main-stream”

- Ölçüm başlığı ana gaz akımını taşıyan solunum devresine takılır
- Kapnografin başı örnekleme odacığı gibi davranır
- Yan pencereden IR ışın verilir

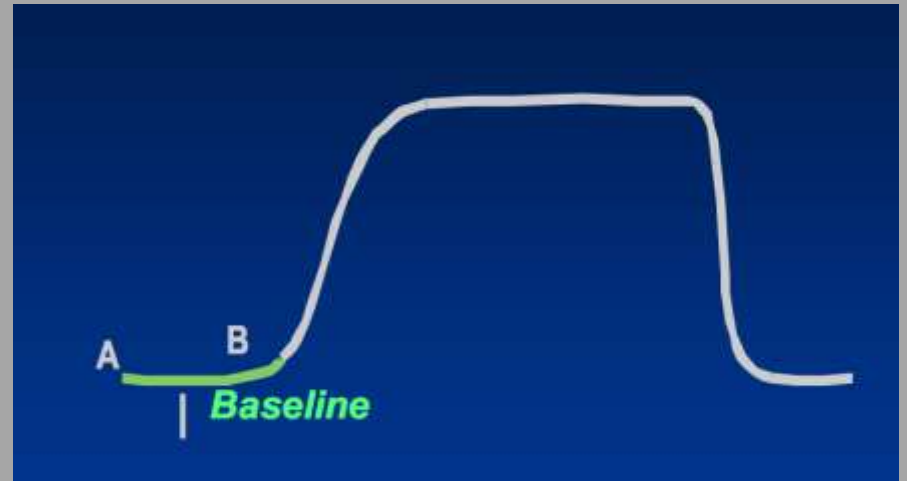
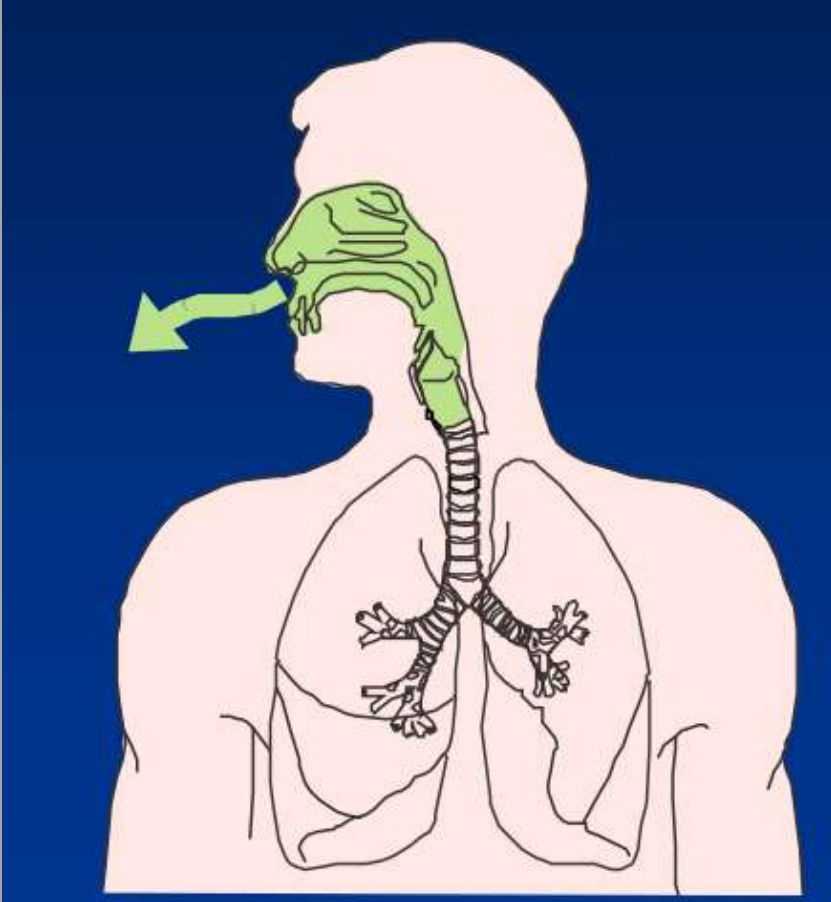
Avantaj

- ◆ Örnekleme tüpü yok
- ◆ Tıkanma söz konusu değil
- ◆ Basınç düşmesinden dolayı etkilenme söz konusu değil
- ◆ Su buharı basınç değişikliklerinden etkilenmez
- ◆ Kirlenme yok
- ◆ gazların aşındırmasıyla kapnogram deformitesi yok
- ◆ Kayıtta gecikme yok
- ◆ yenidoğan ve çocuklar için uygun

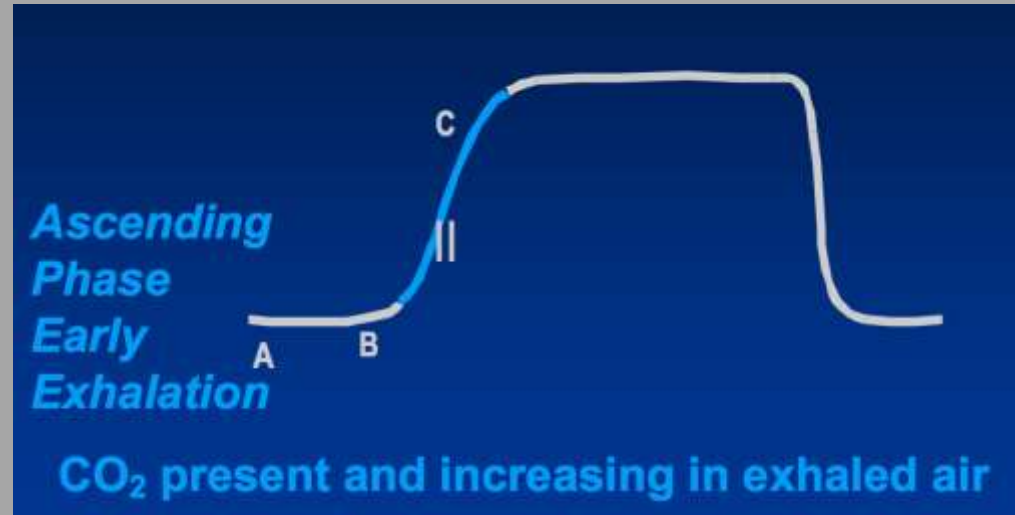
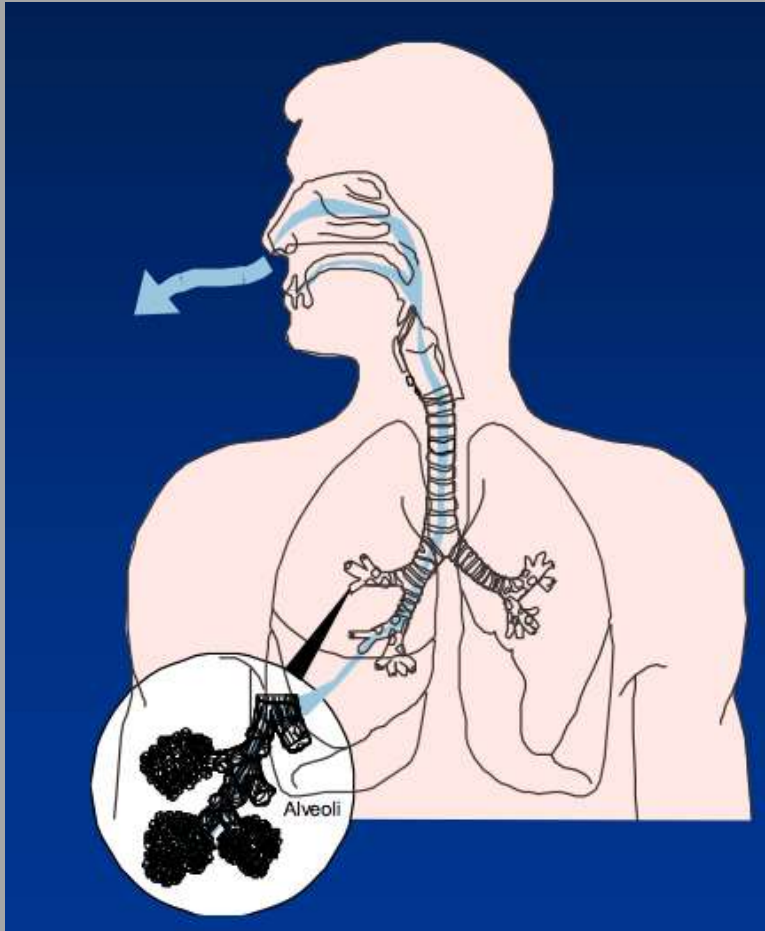
Dezavantaj

- ◆ Kablo !!!
- ◆ Sensor penceresi sekresyon ile tıkanabilir
- ◆ Pozisyon zorlanmaları
- ◆ Sterilizasyon sorunu

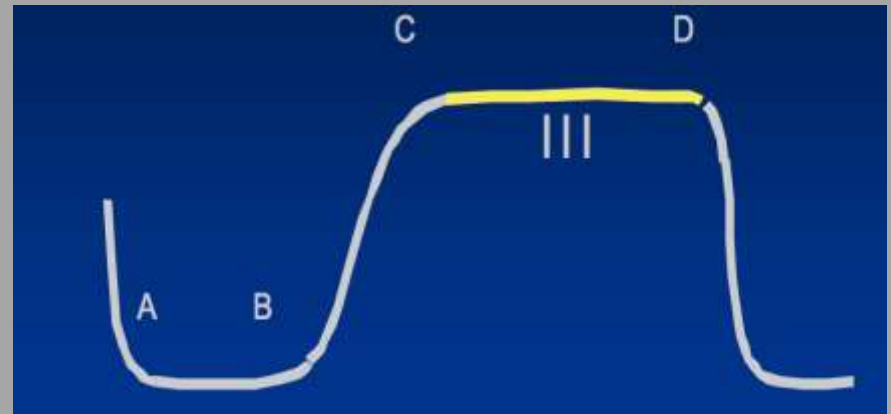
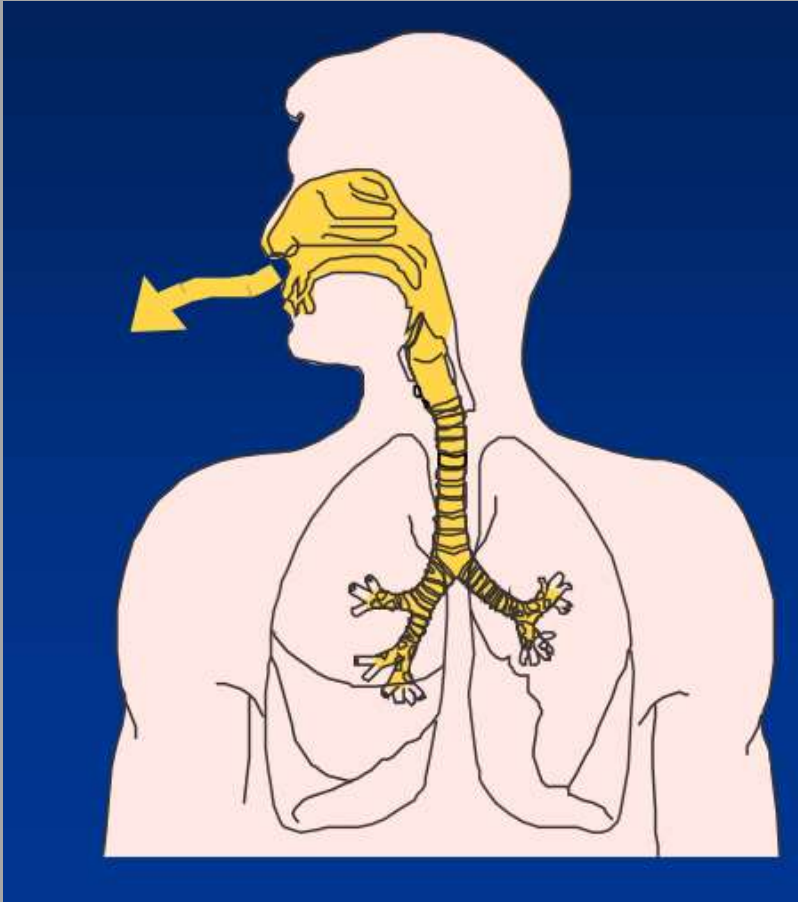
Ekselasyonun başı “ölü boşluk ventilasyonu”



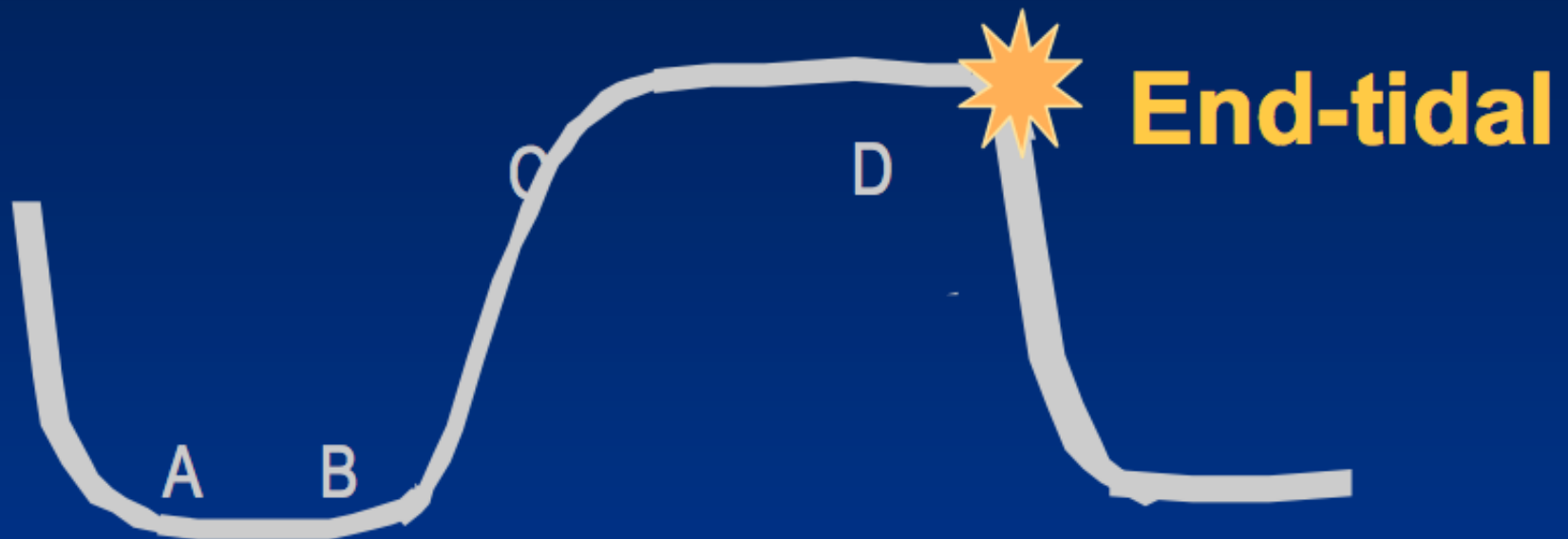
“yükselme fazi”



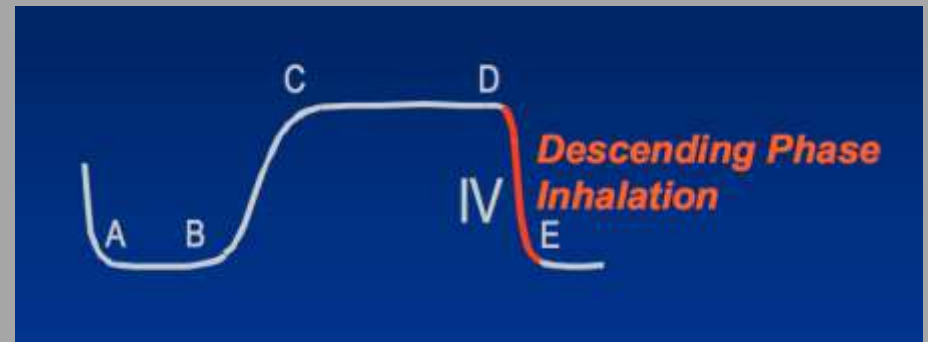
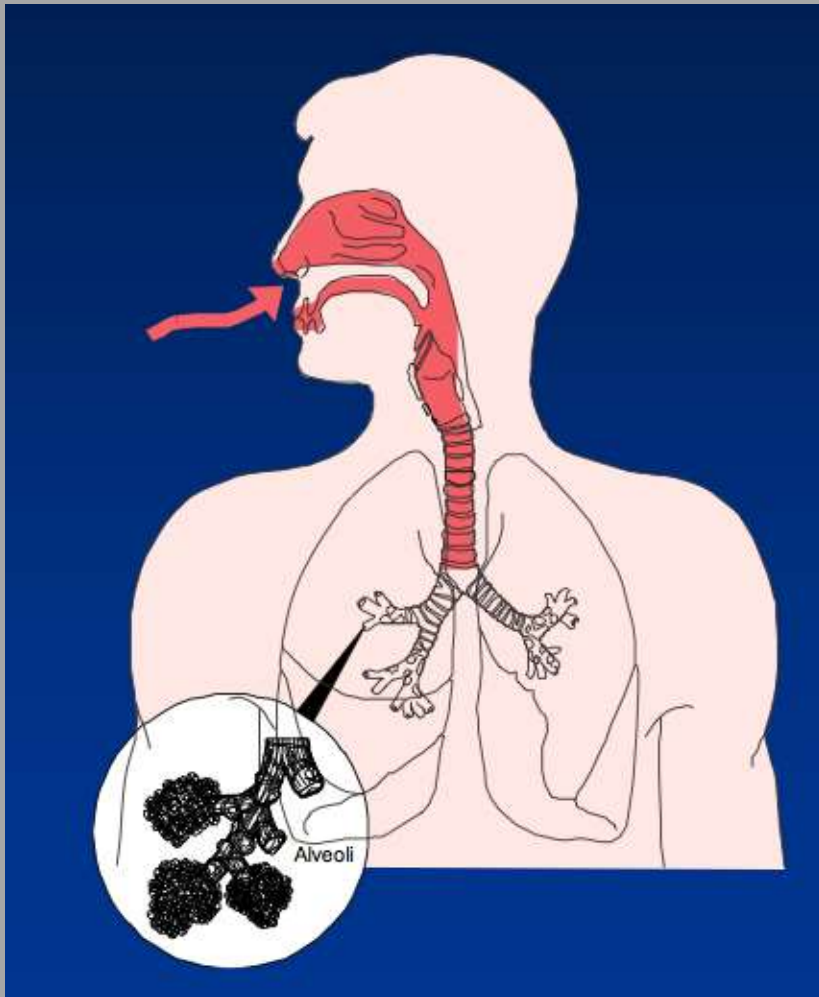
“alveolar plato”

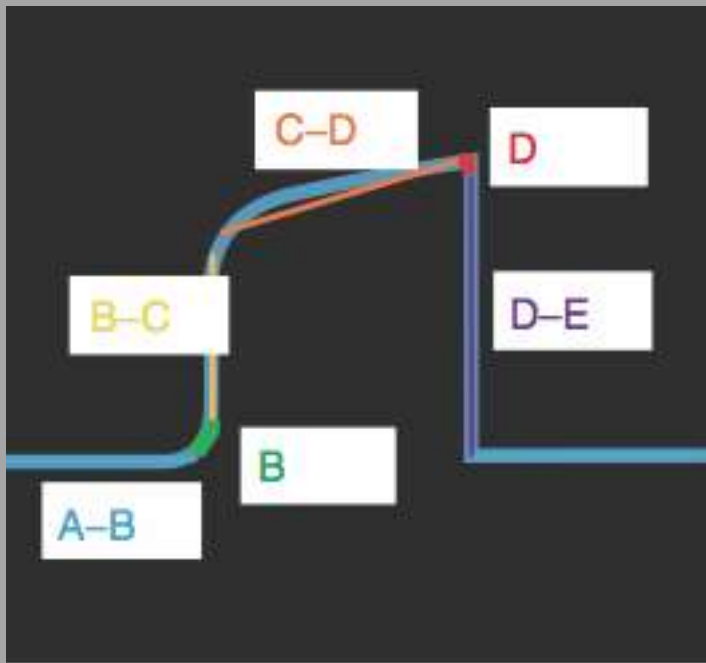


“ekselasyon fazının sonu”



“azalma fazi”





A-B: dead-space exhalation

The first part of exhalation contains air from the proximal airway (the conductive zone of the lung)

B: the onset of alveolar exhalation

Alveolar air contains CO₂

B-C: the continuance of alveolar exhalation

The CO₂ rises rapidly as alveolar gas mixed with dead-space gas arrives at the sensor

C-D: the alveolar plateau

Most of the gas received at the sensor is now alveolar gas

D: End-tidal CO₂ (EtCO₂)

The peak at the end of the plateau represents the averaging of alveolar CO₂ levels

D-E: inspiratory washout

The tracing then falls rapidly to the baseline

This air is devoid of CO₂, and so the CO₂ waveform is a flat line that lies close to the baseline

As alveolar air begins to arrive at the sampling site, the capnograph shows a sudden upturn

The capnograph shows a steep upslope

The gradually upsloping plateau represents the constant emptying of viable alveoli

The peak represents the end-tidal CO₂

The nadir represents the negligible CO₂ concentrations (0.003% or 0.02 mmHg) of ambient air

değişim	neden	tanı
↓ ETCO2	↑ Alveolar ventilasyon ↓ CO2 üretimi ↑ Ölü mesafe Teknik hata	↑ RR, TV Hipotermi PE, şok, hipotansiyon Kalibrasyon hatası, hava kontaminasyonu
↑ ETCO2	↓ Alveolar ventilasyon ↑ CO2 üretimi ↑ Inspire edilen CO2	↓ RR, TV Sepsis, hiperpireksi, tirotoksikoz Geri solutma, NaHCO3

YB'da CO₂ izlemi

- Spontan Solunum
- Mekanik Ventilasyon
 - Invazif MV
 - Non-invazif MV



The Intensive
Care Society

Standards for
Capnography in
Critical Care

STANDARDS AND GUIDELINES

1. Capnography should be used for all critically ill patients during the procedures of tracheostomy or endotracheal intubation when performed in the intensive care unit.

Grade of recommendation: **Strong**

Based on:

A moderate level of evidence.

Advantages and disadvantages: Capnography reduces the risk of death and major disability as a result of airway misadventure. Capnography clearly does not remove the risk and, if incorrectly used, may contribute to the risk. The risk is relatively small for each patient but the negative outcomes would be catastrophic for the patient and relatives. For staff, there are additional major advantages in reducing the potential for a major complication associated with an intervention rather than an underlying disease process.

Values and preferences: The lack of other major or minor side effects of the intervention makes it likely that patients would express a strong preference for the intervention.

Economic evaluation: There has been no economic evaluation of the introduction of capnography.

2. Capnography should be used in all critically ill patients during mechanical ventilation in the ICU.

Grade of recommendation: We are unable to make a recommendation.

Based on:

We have not made a recommendation due to the lack of direct evidence that continuous capnography reduced the chances of catastrophic harm occurring due to an airway misadventure during routine mechanical ventilation. This clearly indicates an area for further study.

3. Capnography should be used in all critically ill patients who require mechanical ventilation during inter-hospital or intra-hospital transfer.

Grade of recommendation: **Strong**

Based on:

The level of recommendation has been upgraded to strong based on the increased chances of airway misadventure during transfer and the difficulties associated with the diagnosis of tube misplacement in difficult clinical environments.

Endikasyonlar

- Ventilasyonun yeterliliğinin izlenmesi
- Nefes almayı/apneyi saptamak
- Ventilatör/devre işlev bozukluğunun saptanması
- ETT yerinin onanması
- Tıkanmış/kıvrılmış ETT nin saptanması
- Ölü mesafe ventilasyonunun saptanması
- Distal havayolu tıkanmasının tanımlanması/izlenmesi
- NMB izlenmesi Estimate cardiac output
- PE nin saptanması
- KPR nin etkinliğinin izlenmesi
- SDGD (spontan dolaşımın geri dönüşü) nün saptanması
- PaCO₂ bakılması “sorunlu” olan olgularda PCO₂ nin öngörülmesi
- NGT takılmasında yardımcı
- KİBAS da yönetim
- BÖ olgularında “apne testi”
- TO açılması sırasında
- Metabolik hızın hesabında yardımcı

AARC Clinical Practice Guideline

Capnography/Capnometry During Mechanical Ventilation: 2011

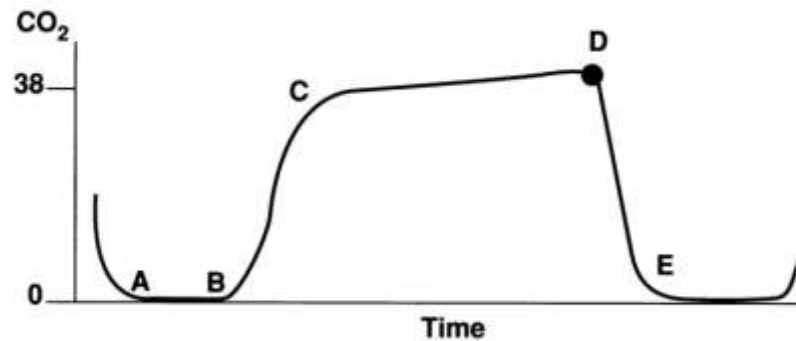
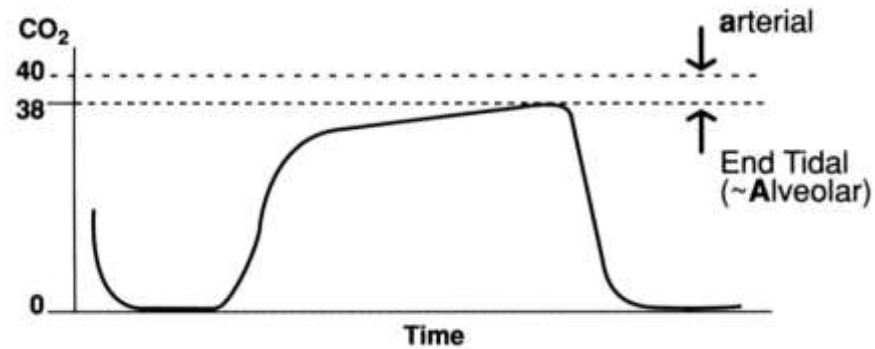
Brian K Walsh RRT-NPS FAARC, David N Crotwell RRT-NPS, and
Ruben D Restrepo MD RRT FAARC

RESPIRATORY CARE • APRIL 2011 VOL 56 NO 4

We searched the MEDLINE, CINAHL, and Cochrane Library databases for articles published between January 1990 and November 2010. The update of this clinical practice guideline is based on 234 clinical studies and systematic reviews, 19 review articles that investigated capnography/capnometry during mechanical ventilation, and the 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. The following recommendations are made following the Grading of Recommendations Assessment, Development, and Evaluation (GRADE) scoring system:

- (1) ETT yerinin doğruluğunun klinik saptanması ve izlenmesine ilave olarak devamlı kapnograf dalga formunun izlenmesi önerilir**
- (2) Kapnograf dalga formunun izlenmesi olanaklı değilse, klinik değerlendirmeye ek olarak, “dalga formsuz” CO2 izlemi KPA hastalarında ETT ün yerinin saptanmasında başlangıç değerlendirme olarak kullanılmalıdır**
- (3) MV yönetiminde PETCO2 nin kılavuzluğu önerilir**
- (4) MV desteğindeki hastanın transportu sırasında devamlı kapnometri önerilir**
- (5) Ekspirasyon hava akımındaki sorunların tanınması amacıyla kapnograf kullanımı önerilir**
- (6) MV tedavisinin optimize edilmesi amacıyla; CO2 eliminasyonunun ve ölü mesafe hacminin TV oranının değerlendirilmesi için volumetrik kapnografi önerilir.**
- (7) Kantitatif kapnograf dalga formu değerlendirilmesi; entübe hastada kardiyopulmoner kalitenin, göğüs basıplarının optimize edilmesi ve SDGD saptanması açısından önerilir**

Normal a-ADCO₂ = 2-3 mmHg



- Zero baseline (A-B)
- Rapid, sharp rise (B-C)
- Alveolar plateau (C-D)
- End-tidal value (D)
- Rapid, sharp downstroke (D-E)

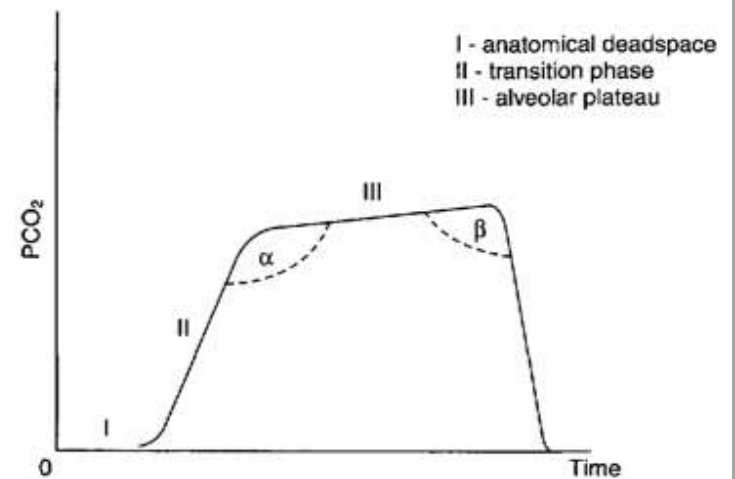
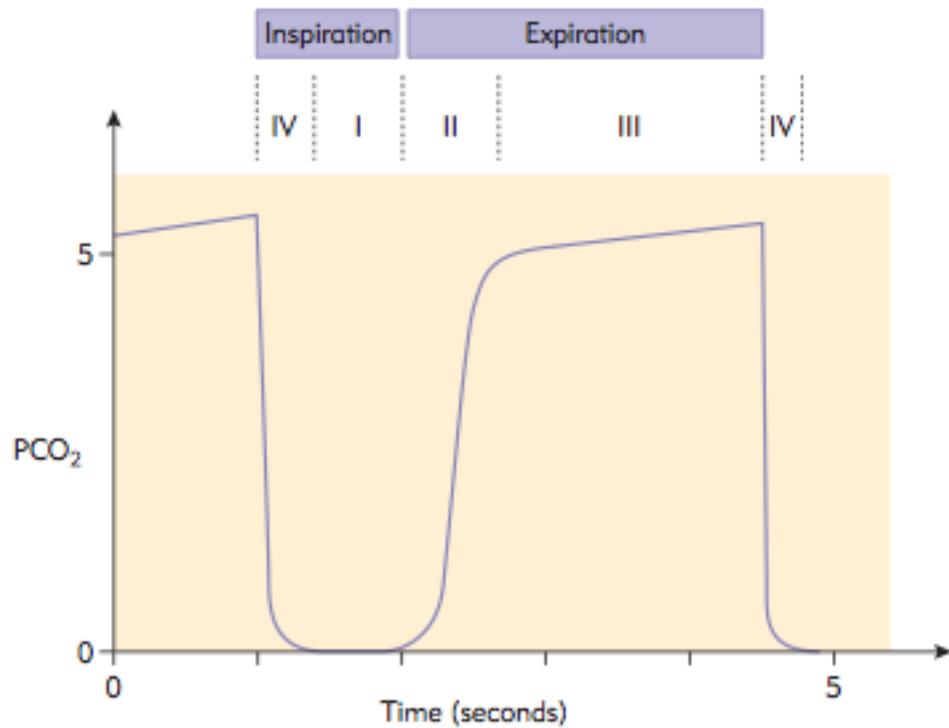
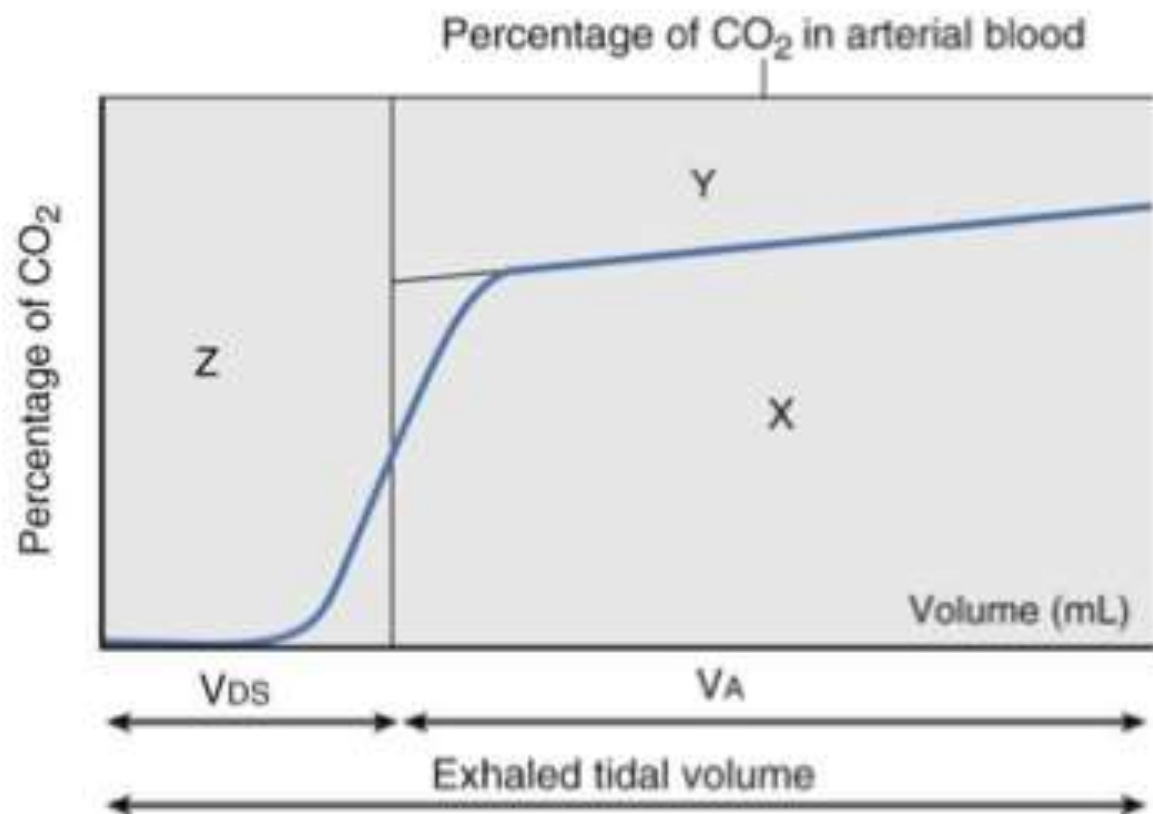


Figure 8.3 A typical capnograph waveform. The slope of phase III is increased (as is the α angle) in patients with reduced V/Q matching, e.g. chronic obstructive pulmonary disease. The β angle increases as rebreathing increases.



Volume capnograph: graph of the percentage of carbon dioxide (%CO₂) (y axis) and volume (x axis). A horizontal line drawn at the top of the curve represents %CO₂ in arterial blood. Three distinct regions are established. Area X represents the actual CO₂ exhaled in one breath (assuming that no CO₂ is rebreathed), area Y is the amount of CO₂ that is not eliminated because of alveolar dead space, and area Z is the amount of CO₂ not eliminated because of anatomic dead space. The ratios of these areas are the same as in the relationship seen in the Bohr equation: $(P_{aCO_2} - P_{iCO_2})/P_{aCO_2} = (Y + Z)/(X + Y + Z)$. P_{aCO_2} , mixed expired PCO₂; V_A, alveolar volume; V_{DS}, dead space volume.

örnekler



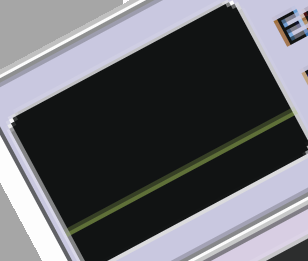
Hypoventilation:
Slow respiratory rate (low frequency)
High CO₂ levels (tall waves)



Hyperventilation:
Rapid respiratory rate (high frequency)
Low CO₂ levels (stunted waves)



Esophageal intubation
Esophageal "air" is devoid of CO₂: a flat line is seen



Self extubation or disconnection
A flat line is seen

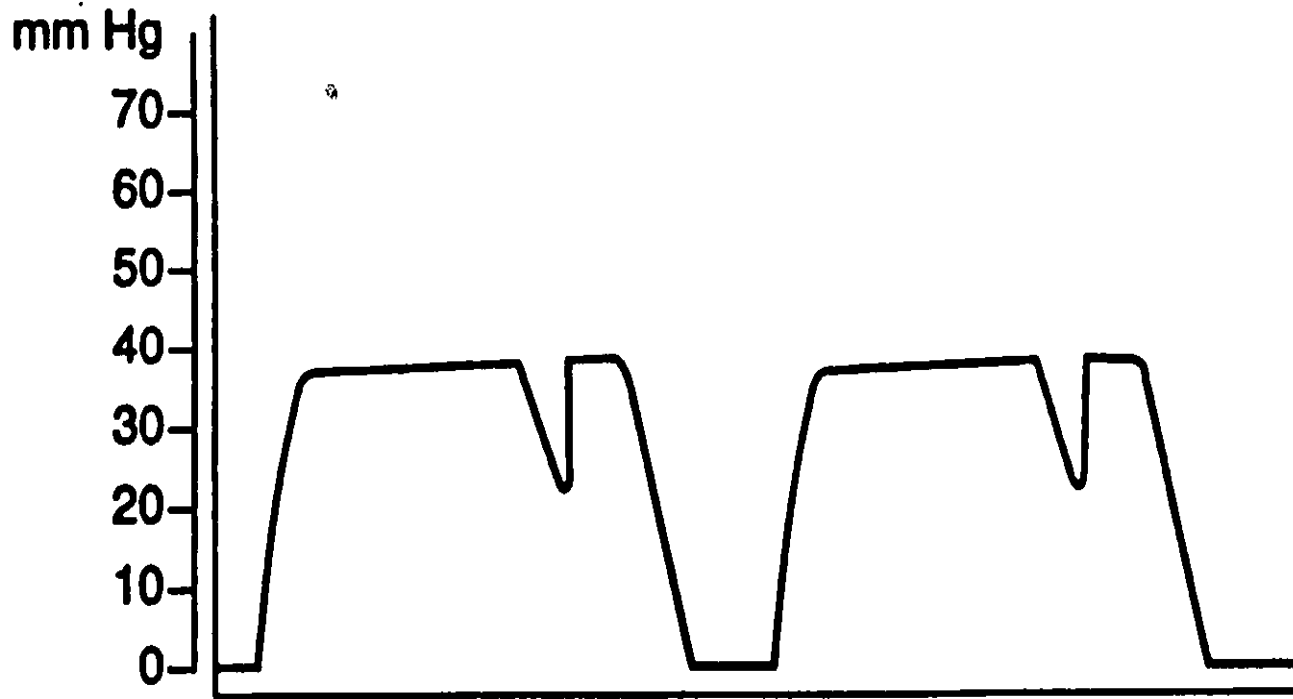


CCF
In CCF the waveform is more upright



Bronchospasm
Upsloping plateau gives a "shark fin" appearance to the waveform

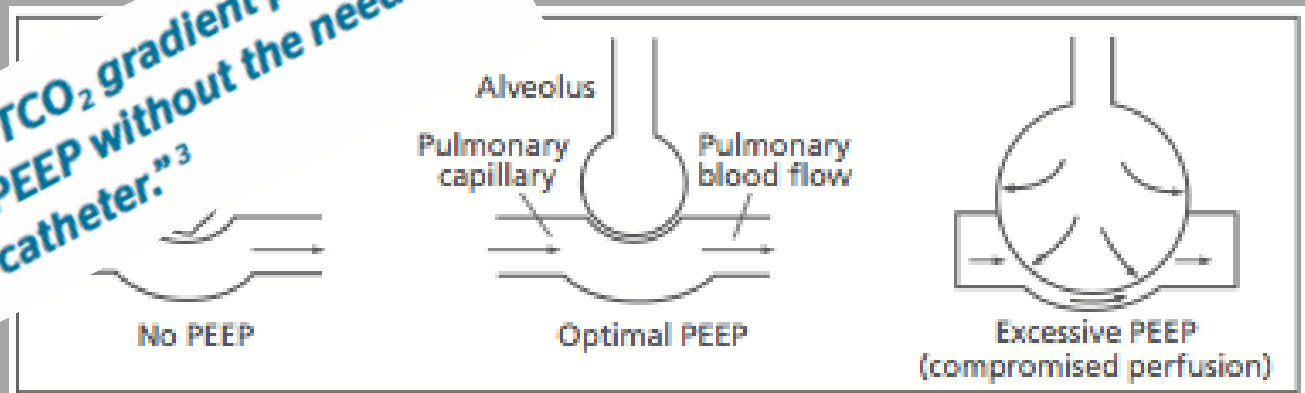
Kürar çentiği



Using the $\text{PaCO}_2 - \text{PETCO}_2$ gradient to optimize PEEP in a ventilated patient with pneumonia

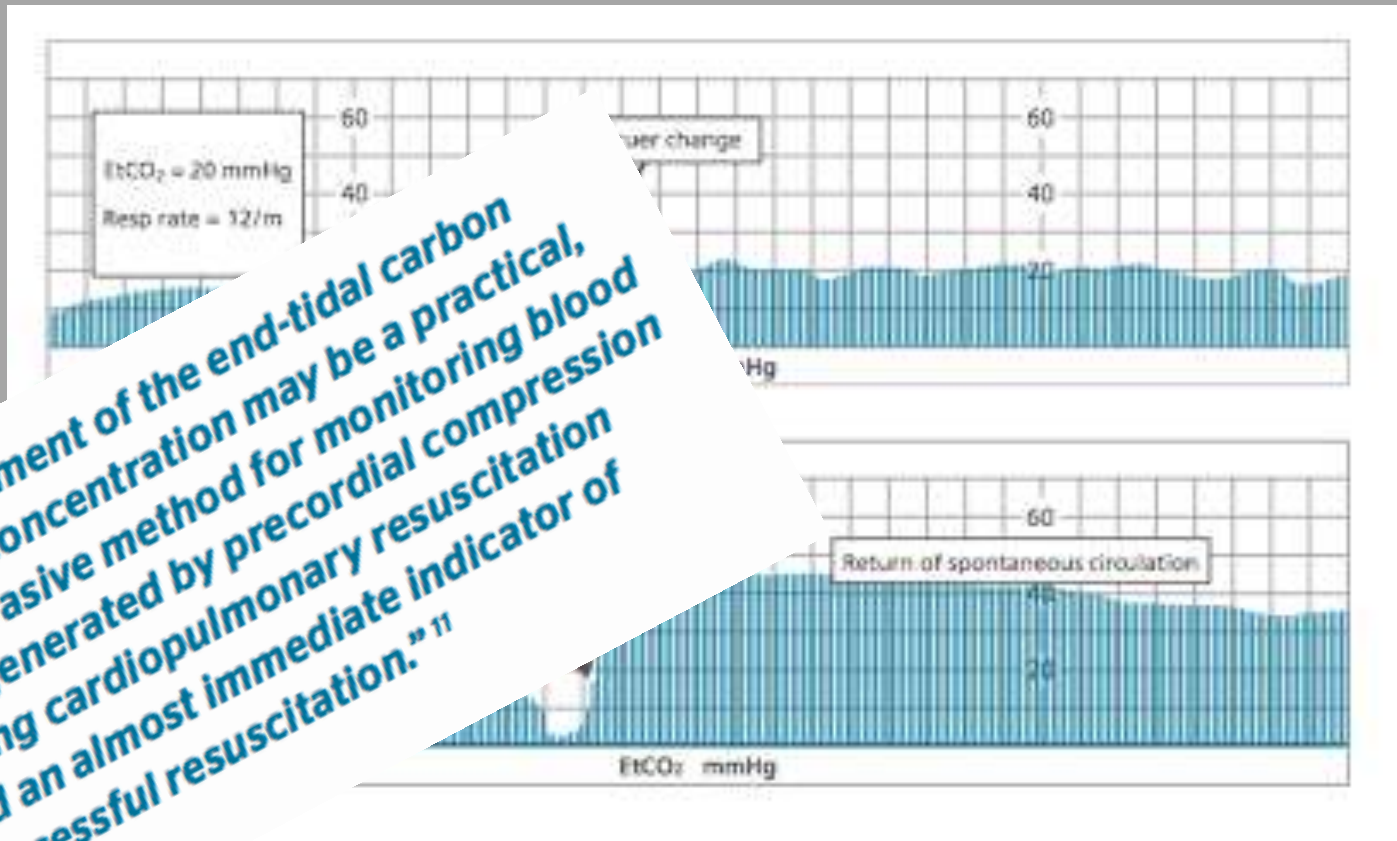
PEEP	$\text{PaCO}_2 - \text{PETCO}_2$	SpO_2
2 cmH_2O	17 mmHg	85%
4 cmH_2O	13 mmHg	87%
6 cmH_2O	10 mmHg	92%
8 cmH_2O	12 mmHg	86%
10 cmH_2O	16 mmHg	

“...use of the $\text{PaCO}_2 - \text{PETCO}_2$ gradient permits the rapid titration of PEEP without the need for a pulmonary artery catheter.”³



3. Murray J.P., Modell J.H., Gallagher T.J., Banner M.J. Titration of PEEP by the Arterial Minus End-Tidal Carbon Dioxide Gradient. *Chest*, January 1984, 85: 100-4.

Patient with cardiopulmonary resuscitation in progress



“...measurement of the end-tidal carbon dioxide concentration may be a practical, non-invasive method for monitoring blood flow generated by precordial compression during cardiopulmonary resuscitation and an almost immediate indicator of successful resuscitation.”¹¹

11. Falk J.L., Rackow E.C., Weil M.H. End-tidal Carbon Dioxide Concentration During Cardiopulmonary Resuscitation. *New England Journal of Medicine*, March 10, 1988, 318(10): 607-11.

NIMV vs kapnografi



ResMed
Mirage Quatro



Respironics
PerformaTrak




Fisher-Paykel
Flexifit 431



Oridion
Smart Capnoline

IPI™ (Integrated Pulmonary Index)

- Bileşim yorum PETCO₂, DSS, SPO₂, KAH
- 1(kötü)  10 (iyi)
- “fuzzy logic” model algoritma kullanır
 - 7-10: normal
 - 5-6: dikkatli izlem
 - 3-4: dikkatli izlem, girişim gerektirebilir
 - 1-2: girişim gerektirir



- Tüm entübe hastalarda kapnografi kullanılıyor mu?
- Tüm entübe hastalarda kapnografi kullanmak ister miydiniz?
- Standart bir bakım bileşeni olduğunu düşünüyor musunuz?
- Standart bir bakım bileşeni olmalı mıdır?